



優先権主張の出願

昭和1974年12月9日  
昭和1974年12月9日  
昭和 年 月 日

米  
米

山田国房 530898  
山田国房 530900  
山田国房

特許法第38条ただし書の規定による特許出願

特 許 願 (6)

成記号なし

¥4,000

特許庁長官 殿

昭和 50-12-2

1. 発明の名称

ダイオードレーザ

特許請求の範囲に記載された発明の図 32

2. 発明者

住所 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 ロス  
アルトス モントクレアー ウェイ 23337番

氏名 ドナルド アール シフレス (ほか 1 名)

3. 特許出願人

住所 (居所) アメリカ合衆国 コネチカット州  
スタムフォード (番地なし)

氏名 (名称) ゼロックス コーポレーション

代表者 テイビッド シー ピーター

国 籍 アメリカ合衆国

4. 代理人

住所 東京都千代田区丸の内3丁目1番1号 電話 (03) 211-8241  
氏名 (5995) 弁護士 中 村 稔

方式

明 細 書

1. 発明の名称 ダイオードレーザ

2. 特許請求の範囲

(1) 少なくとも二つの層が相互間にp-n接合を形成するようにドーパされた複数の隣接層をもつ多層半導体と、

ポンプ電流を前記p-n接合部を通じてレーザしきい値以上に流してコヒーレントな再結合誘導放射線を起させるように、前記p-n接合部を順方向にバイアスする第1手段と、

前記半導体のp-n接合のn側でポンプ電流経路を限定するために前記半導体のp-n接合のn側に設けた第2手段と、  
より成る半導体ダイオードレーザ。

(2) 前記半導体内のp-n接合のp側に、ポンプ電流の経路を前記半導体のp-n接合のp側で限定するための別の手段を備えた特許請求の範囲第1項記載の半導体ダイオードレーザ。

(3) 前記二つの層が相互接触面に第1ヘテロ境界面を形成する特許請求の範囲第1項記載の半導

⑬ 日本国特許庁

公開特許公報

⑪特開昭 51- 83487

⑬公開日 昭51. (1976) 7.22

⑫特願昭 50-143817

⑭出願日 昭50. (1975) 12. 2

審査請求 未請求 (全8頁)

庁内整理番号

7377 57  
6270 57

⑮日本分類

PP16J4  
100 D0

⑯ Int. Cl<sup>2</sup>

H01S 3/12

体。

(4) 前記半導体が少なくとも前記二つの層の一方と隣接する第3の層を含み、この第3の層と前記少なくとも二つの層の一つとがその相互接触面で第2ヘテロ境界面を形成している特許請求の範囲第3項記載の半導体。

(5) 前記少なくとも二つの層の一方がGaAsで、他方の層と前記第3層とがGaAlAsである特許請求の範囲第4項記載の半導体。

(6) 前記第2手段が異性半導体材料の隔壁した領域から成る特許請求の範囲第1項の半導体。

(7) 前記第2手段が、半導体の他の部分と隔壁したp-n接合を成す、前記半導体内の隔壁した領域から成り、前記第2手段は、前記p-n接合のn側上のポンプ電流経路を前記隔壁p-n接合間の電流チャネルへ向け限定するために前記p-n接合に順方向バイアス電圧をかけた時に、前記隔壁p-n接合に逆バイアス電圧をかけるようになっていた特許請求の範囲第1項による半導体。

(8) 前記少なくとも二つの層の一方が厚さ0.2ミクロンの厚みであり前記少なくとも二つの層の他方が約0.3ミクロンの厚みである特許請求の範囲第1項記載の半導体。

(9) 少なくとも第1、第2及び第3の隣接した半導体材料層を有し、この第2と第3の半導体材料層が相互接触面で第1非整流性ヘテロ境界面を形成し、前記第1及び第2の半導体材料層がその相互接触面で第2整流性ヘテロ境界面を形成して成る多層半導体と、前

記半導体材料の残った部分の前記第2層の整流性接合側に形成された、前記半導体が電気的にポンピングされたときポンプ電流の通路を限定する隔壁領域と、

上記整流性接合部を順方向にバイアスするために前記半導体を電気的にポンピングする手段と、より成る電気的にポンピングされてレーザ光線を放出する半導体ダイオードレーザ。

(10) 前記隔壁した領域が、ポンプ電流通路を前記隔壁領域間に限定する特許請求の範囲第9項記

一部と前記第1層の一部とが、前記隔壁領域間で第1ポンプ電流用チャンネルを構成し、前記整流性ヘテロ境界面と前記整流性接合部とが、前記整流性ヘテロ境界面にかかる順方向バイアスが少なくとも前記整流性接合部の二つに逆バイアスを与えるような極性となつていること、更に、

前記整流性ヘテロ境界面を順方向にバイアスしかつ前記少なくとも二つの整流性接合部をポンプ電流の流れを前記隔壁領域内のチャンネルに限定するように逆方向にバイアスするように、前記基板と前記第3層にポンプ電流バイアス電圧を与える手段と、

より成る半導体ダイオードレーザ。

(11) 前記第3層に隣接しそれとの間にヘテロ境界面をなす前記第1半導体材料の第4層を更に含み、この第4層の一部が前記第3層の導電型式と同じ導電型式のものであり、前記第4層の前記一部の両側における他の部分が、非整流性チャンネルを前記第4層から前記第3層へと設け

載のダイオードレーザ。

(12) 半導体材料の前記第2層の非整流側に、更に、ポンプ電流通路限定チャンネルを設けた特許請求の範囲第10項記載のダイオードレーザ。

(13) 前記隔壁領域が前記第1層と整流接合を形成し、この整流接合部は前記電気的ポンピング手段が前記整流接合部を順方向にバイアスするとき逆方向にバイアスされる、特許請求の範囲第10項記載のダイオードレーザ。

(14) 第1の半導体材料の基板と、

前記基板に隣接した第2半導体材料の第1層と、

前記第1層に隣接しその接触面で整流性ヘテロ境界面をなす前記第1半導体材料の第2層と、前記第2層に隣接しその接触面で非整流性ヘテロ境界面をなす前記第2半導体材料の第3層と、から成り、

前記基板と前記第1層が相互接触面に隔壁領域をもち、この隔壁領域が前記基板と前記第1層材料の主体と整流性接合をなし、前記基板の

得るように反対の導電型式のものであり、前記第1及び第2チャンネルが同軸的にあつてポンプ電流の通路が前記チャンネルと実質的にチャンネル内の前記第1、第2及び第3の層の一部とに限定されることと、より成る特許請求の範囲第13項記載の半導体ダイオード。

(15) 半導体材料の層中にポンプ電流を限定するチャンネルを形成し、

次いで該チャンネルを通つて流れるポンプ電流が前記p-n接合を経て少数キャリアの注入を起こすことによりコヒーレント光を発生するように、半導体材料の層間にp-n接合を形成することより成るダイオードレーザの製造法。

(16) 前記p-n接合が、半導体材料の前記チャンネル保持層に第1の導電型式の半導体層を成長させ、次いで前記第1の導電型式の半導体層に反対の第2導電型式の半導体層を成長させることによつて形成された、特許請求の範囲第15項記載の製造法。

(17) 前記チャンネルが、前記第2導電型式の隣接

半導体領域の形成により設けることによつて、前記p-n接合部が順方向にバイアスされたとき逆バイアスされる、別のp-n接合を形成する、特許請求の範囲第16項の製造法。

08 第1の導電型式の半導体材料基板の表面にチャンネルを限定するような材料の隣接表面領域を形成し、

前記隣接表面領域をもつ前記基板表面に前記第1の導電型式の半導体材料の第1層を成長させ、

前記半導体材料の第1層に第2の導電型式の半導体材料の第2層を成長させて前記第1と第2層間に前記p-n接合を形成し、そして、

前記チャンネルを通つてポンプ電流を流して前記p-n接合を経て少数キャリアを注入することによりコヒーレント光を発するように、前記p-n接合部を順方向にバイアスする手段を設ける各ステップより成る、少数キャリア注入のためのp-n接合部をもつダイオードレーザの製造法。

の間でチャンネルを構成する隣接表面領域を形成し、

前記基板表面に前記第1の導電型式の第1半導体材料の第1層を成長させ、

この第1層に第2の導電型式の第2半導体材料の第2層を成長させ、

前記第2層に前記第2半導体材料の第3層を成長させ、この第3の層は前記第2の導電型式のものとし、

前記p-n接合を順方向にバイアスしたとき前記基板内のポンプ電流の流れが前記チャンネルを通りその結果ポンプ電流の流れが前記第1層の小部分に限定されて少数キャリアが前記p-n接合を経て前記第2層の小部分にのみ注入されるようにレーザ用電極を設けることより成る少数キャリア注入のためのp-n接合部をもつたヘテロ接合ダイオードレーザの製造法。

09 前記基板の前記表面の一区域を前記第2の導電型式の不純物による拡散を過ぎる材料でマスクし、上記基板のマスクをしてない表面領域内

09 前記基板表面の一区域を前記他の導電型式の不純物による拡散を過ぎる材料でマスクして、前記他の導電型式の不純物を上記基材中の上記材料でマスクされていない領域内へと拡散し、更に前記材料を除去して前記拡散表面領域の間に前記チャンネルを設けて上記隣接表面領域を形成して、前記拡散表面領域に対して、前記p-n接合を順方向にバイアスしたとき逆バイアスされてポンプ電流の流れを前記チャンネルを通り且つ前記第1層の只一部分のみを通るように限定して前記第2層の只一部分のみのポンピングを行なう別のp-n接合を提供することから成る特許請求の範囲第18項記載の製造法。

09 前記チャンネルが異性半導体材料の隣接領域によつて構成された特許請求の範囲第18項記載の製造法。

09 前記チャンネルを前記基板の前記表面へのプロトン注入により形成した隣接絶縁領域で構成された特許請求の範囲第18項記載の製造法。

09 第1の導電型式の半導体材料の基板表面にそ

に所定の不純物を拡散させ、次いで上記マスク材料を除去して前記チャンネルを間に有する隔壁p-n接合を設けることにより上記チャンネルを形成し、上記隔壁p-n接合部が、前記第1及び第2層間の前記p-n接合部を順方向にバイアスしたとき逆方向にバイアスされるようにした特許請求の範囲第22項記載の製造法。

09 前記基板及び前記第2層がGaAsであり前記第1及び第3層がGaAlAsである特許請求の範囲第23項記載の製造法。

09 前記チャンネルが10ミクロン程度の広さをもつ特許請求の範囲第23項記載の製造法。

09 前記チャンネルが10ミクロン程度の広さをもつ特許請求の範囲第15項記載の製造法。

09 前記第2層が約0.3ミクロンの厚みをもつ前記第1層が約0.2ミクロンの厚みをもつ特許請求の範囲第18項記載の製造法。

09 前記チャンネルが約10ミクロンの広さをもつ特許請求の範囲第18項記載の製造法。

09 前記第1層が約0.2ミクロンの厚みをもつ

特許請求の範囲第18項記載の製造法。

80 第1の導電型式の半導体材料基板の表面に、これと相互間でチャンネルを構成する隣接表面領域を形成し、

前記基板表面に前記第1の導電型式の第1半導体材料の第1層を成長させ、

前記第1層に第2の導電型式の第2半導体材料の第2層を成長させ、

前記第2層に前記第2半導体材料の第3の層を成長させ、この第3の層は前記第2の導電型式のものとし、

前記第4の層を通して前記第2の導電型式の第2のチャンネルを形成し、

前記バイアス手段からのポンプ電流が前記第1および第2のチャンネルを通じて流れるように、前記p-n接合部を順方向にバイアスする手段を備えることから成る、少数キャリアの注入のためのp-n接合をもつヘテロ接合ダイオードレーザの製造法。

81 半導体材料の基体内にポンプ電流限定チャ

ネルを形成し、

次に半導体材料の隣接層と共に前記p-n接合部を形成し、前記基板と前記の層とを隣接させることから成る、バイアス手段がダイオードのp-n接合部を経ての少数キャリアの注入のためのポンプ電流を提供するダイオードの製造法。

82 追加の半導体層を形成し、この層を通る別の電流限定チャンネルを形成し、上記第1及び第2チャンネルを前記p-n接合の異なる側に相互に隣接させることから成る特許請求の範囲第51項による製造法。

### 3. 発明の詳細な説明

ダイオードレーザを種々の分野で実際に使用する場合、レーザを連続波(CW)モード、即ち室内温度で約3ないし6Vの直流バイアスをかけて動作させることが望ましい。このCW動作を行なうには、ダイオードレーザの活性領域での電流密度がほぼ2000アンペア/μmに達しなければならない。レーザのポンピングされた活性領域が大で全体として大電流が流れそのため過熱が起る場合は、前記のような大電流密度を得ることは困難である。

ダイオードレーザの前述のような実際の用途の一つとして直径僅か10μ程度の光学ファイバ素子を用いた集積光学系の光源として利用することがある。レーザの活性利得領域が大きい場合は、全活性領域に亘り数個のフィラメント部分が励起される。活性領域は光学ファイバ素子の直径より大きいので、この光学ファイバ素子は、フィラメント部分全体より小さい部分から光を伝送する。すなわち、電力が光出力に寄与しないフィラメン

ト部分をポンピングするのに消費される。更に、利用されまた利用されないフィラメント部分をポンピングすることは大きいポンプ電流を必要とし、これが熱放散の問題を起す。

従来、ダイオードレーザの活性領域を、ポンプ電流を限定することにより減少させるいくつかの試みがなされた。これらの試みは、ダイオードレーザの構造成長後にそれを変化させることに集中されていた。特に低抵抗の電流チャンネルをダイオードレーザのp側において設けることが試みられたが、これは活性領域に間近に延びるチャンネル及びこのチャンネルの両側の高抵抗部によるものである。イオン注入、拡散及びエッチングの手法によつて形成する低抵抗チャンネルは、前述のようにダイオードレーザを完全に成長させた後に、ダイオードレーザのp側に形成する。

ダイオードレーザを完全に成長させた後にそのp側から電流限定の手段を設けることは、いくつかの問題がある。第1に、低抵抗チャンネルは少なくとも二つの半導体領域を通して形成しなけれ

ばならず、この領域は工場の不元分のため厚みが変動すること、従つてチャンネルを活性領域内に入り込ますことなく、一定の近さでこの領域に近づけることが困難なことである。またチャンネルの幅を規正することも困難である。このようにダイオードレーザを完全成長させた後にp側からの操作で小さい値電流を減少させると、デバイスの動作に信頼性をもたせることができない。また低抵抗チャンネルを設けるには、ダイオードのp側に更に連続した層を追加形成しなければならず、この追加した層はダイオードのp側の金属化した接点を更に活性領域から遠くし、チャンネルを長くして抵抗値の増加の可能性を生ずる。また金属化した接点が更に活性領域から離れるので熱放散も問題になる。

本発明の一つの目的は、改良されたダイオードレーザの提供にある。

本発明の別の目的は、ダイオードレーザの改良された製造法を提供するにある。

本発明の更に別の目的は、改良されたポンプ電

流限定手段をもつダイオードレーザを提供することである。

本発明の更に別の目的は、必要なポンプ電流の小さいダイオードレーザを提供することである。

本発明の更に別の目的は、改良されたヘテロ接合型ダイオードレーザを提供することである。

本発明の更に別の目的は、CWモードの動作の可能なダイオードレーザを提供することである。

本発明によれば上記目的は、レーザのn側の低抵抗チャンネルにより電流の限定を行なうダイオードレーザによつて達することができる。このチャンネルは、装置(デバイス)の基板に、レーザの活性領域を定める層を成長させる前に形成し、それによりこれらの層を損傷することと避けデバイスの信頼性を大きくするものである。チャンネルが基板上に形成されるのでその幅を正しく規正することができ、また複数のチャンネルを同時に(一つの基板から切断により多くのデバイスを)形成することができる。活性領域の両側に電流限定チャンネルを形成することにより、小さいポンプ

電流を更に延長させ、熱放散をより大きくし、単一フィラメント動作にすると共に、電流の限定を更に小さいものにすることができる。

ダイオードレーザのn側の電流限定チャンネルは、フォトリソist材料のストライプを持つた基板の研削表面への拡散プロセスによつて形成することが好ましい。拡散領域は、基板材料とp-n接合をつくり、このp-n接合によりチャンネルの両側の境界をつくる。拡散に次いでレーザダイオードの残りの層が成長する。基板のチャンネルは電流を通すが拡散領域はそれと一体のp-n接合部の逆バイアスにより電流を通さないで、電流の限定が行なわれる。

以下本発明を2重ヘテロ接合型ダイオードレーザに関して記載する。但しこの改良された電流限定構造は単ヘテロ接合型ダイオードにも又ホモ構造型ダイオードにも同様に適用できることは明らかである。

第1図は、本発明による2重ヘテロ接合型ダイオード2を示す。このダイオード2は、n型の

GaAs 基板4、n型GaAlAs 層8、p型GaAs 層8、p型GaAlAs 層10、及びp型GaAs 層12から成る。GaAs 層12は、レーザのp側に電気接点(図示せず)を備えるのを容易にするために設ける。この基板材料(GaAs)及びドープ集中により、層8は約1.4 eV のバンドギャップをもち、これは実質的にn型層6及びp型層10の約1.8 eV のバンドギャップより低い。又GaAs 層8の屈折率(約3.6)は層6及び10の屈折率(約3.4)より実質的に大である。尚知の如く順方向バイアス(層12に対し正、基板4に対し負の電圧)をp-n接合部14に与えた時は、層6から層8に向つて電子が注入され、ヘテロ接合層10がつくる電位差によつて層8に閉じ込められる。充分大きなポンプ電流をもつてすれば、反転分布が起り、層領域8のキャリアの放出再結合により発生した光による利得が得られる。この光は層領域8及び10よりも大きい屈折率により層8内に導かれる。

p型GaAs 領域16は相互間にチャンネル18

を形成しそれにより電流の限定が行なわれる。p型GaAlAs領域20は、層6、8、10及び12の成長中に領域18のp型不純物の層6への後方拡散によつて形成される。電流の限定は、チャンネル18（それは10 $\mu$ 程度の幅が望ましい）によつて行なわれる。なぜなら層6と領域20間のp-n接合部22は逆バイアスされており（前述の如くダイオードが順方向バイアスのとき）、ポンプ電流が基板4と層6のn型チャンネル18に限定せられるからである。第1図のレーザダイオードは、電流の限定をダイオードのp型層で行なう点で改良されている。なぜなら層6、8、10及び12を形成する前に領域18が形成せられ、領域20は層6、8、10及び12の形成とともに、それ自体が形成せられるからである。

第1図のレーザのポンプ電流の限定について、第1図レーザの一部分のみを示す第2図を参照して説明を行なう。第2図において点線の矢印28は基板4から層8へのポンプ電流の経路を示す。前述のように、ダイオードレーザが順方向にバイ

次のモードに限定する。それは高次のモードは、活性領域において励起のための十分な結合を行なうに足る強度をもっていないからである。

第2図に示すように、点線の矢印28（電流の流れを示す）は実質的に層6に広がることはない。このような限定は領域8のドーパが少ない（約 $10^{17}/\text{cm}^3$ ）ことによつてなされる。また領域8は電流の広がりを少なくするため約0.2 $\mu$ と薄く形成される。領域8'は厚さ約0.3 $\mu$ に過ぎないのでここでは大きな広がりはない。

第1図に示すように、このダイオードデバイス2は、活性領域8'上に層10及び12のみをもっており、電流限定をダイオードレーザのp側から行なう場合のような余分な層を使用していない。p側には只層10及び12のみでありこれはそれぞれ厚みが2 $\mu$ ずつであるので、活性領域8'はヒートシンクに隣接して位置し、従つて有効に熱放散が行なわれる。

第1図のレーザは、層6、8、10及び12を形成する前にチャンネル18を形成するという工

特開昭51-83487(6)  
アスされているときp-n接合部22は逆バイアスされているので、通過電流はチャンネル18を通るように限定される。すなわち、ポンプ電流の通路は限定せられレーザ8の僅かな部分（活性領域8'）のみポンピングされる。ポンピングされた活性領域は、通常約250 $\mu$ の幅をもつ領域8に比べて小さいので（チャンネル10が約10 $\mu$ の幅のときほぼ20ないし30 $\mu$ の幅であると信じられる）、レーザを励起するに十分な電流密度（アンペア/ $\text{cm}^2$ ）を得るに要するポンプ電流は、従来のダイオードレーザで同様な電流密度を得るに要する値よりも少ない。従つて、ポンピングによる発熱は少なく、第1図のダイオードレーザは容易に熱放散がなされ、室温でのCW動作を行なうことができる。

活性領域が比較的狭いので、より少ないフィラメント領域で励起（只一つであることが望ましい）され、レーザを光学ファイバ素子と共にその光線として使用するときより有効に作動する。又活性領域の薄いことはレーザ動作を実質的に最も低

程に従つて造られる。第3a図に示すように、製作には、シリコン又はテルルを2ないし $4 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ のレベルでドーパしたn型GaAsの基板4の研磨した滑らかな表面に、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ の薄膜層40を折出させることから始める。この窒化シリコンの層は従来の技術により、1500 $\text{\AA}$ の厚さに蒸着させることができる。次にシップレイ（Shipley）AZ1350のような慣用の紫外線感光レジスト42を薄膜層40の上に被着させ、次いで第3b図に示すようにレジストを露光するが、ここで層42のドット部分が紫外線で照射され、これらの部分をアセトンのような薬剤に対して不溶なものにする。次に第3b図の層42の露光されない部分は、アセトンのような薬剤の槽に浸すことによつて除去する。層40のレジストで保護されていない露光部分は、弗素ガス及び少量の酸素からなるプラズマエッチングにより取除き、第3c図の構造にする。第3d図に示すように、レジストの残りを取除いた後第3d図のデバイスは拡散用アンブル及び亜鉛のようなドーパ物質中に置き、

基板4の上面に拡散を行なつて第3e図に示すようにp型領域16を形成する。このとき $\text{Si}_3\text{N}_4$ はこれを通してZnが拡散できないのでマスクの役目を果す。領域16のドーピングレベルは、5ないし $10 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ であることが望ましい。

第3d図の $\text{Si}_3\text{N}_4$ 領域40の幅は、隣接するp型領域16の間に所望の間隔Sができるように定める。p型ドーパ物質の拡散方向の拡散と同様に横方向の拡散があるので、領域40の幅を約18 $\mu$ にすると間隔Sを所望の約10 $\mu$ にし、拡散の深さを約4 $\mu$ にすることができる。領域40の相互間隔は500 $\mu$ にすることができる。領域16を形成した後プラズマエッチングのような適当な通常の溶剤によつて領域40を取除き、それにより第3f図の構造とする。

次いで第3gに示すような層6、8、10及び12を通常の液相エピタキシャル成長法により成長させる。これらの成長過程で層6に向つてある極度亜鉛の後方拡散があり、領域20及びp-n接合部22が形成される。これはレーザダイオ

ードで第1図のデバイスよりも一層大きい電流の限定と小さい活性領域が得られる。又、電流は実質的には層6、8及び10を流れることができない、というのはこの電流は後でチャンネル82を通過することしかできないので、チャンネル18の幅は更に減少して5ないし10 $\mu$ にすることができる。

チャンネル18は拡散法以外の方法で形成することができる。例えば基板4は領域16を真性領域とするように形成することも、又は拡散領域16の場所に絶縁領域を造るようにプロトン注入を行なうことも可能である。このような場合は領域22は形成されないが、絶縁領域によりやはり電流はチャンネル18に限定される。チャンネル82も、チャンネル18の形成に用いたと同じような、拡散法以外の方法で形成することができる。また、p型基板にストライプを設けることも可能であり、これは他の材料から造るレーザの場合特に有用である。

層6、10及び12のドーピングレベルは極め

ドが順方向にバイアスされたとき領域16及び20の通過電流を阻止して電流をチャンネル18に限定する。上記のプロセスは、第3g図のデバイスを切断線50によつて切断することにより、1個1個のダイオードレーザを形成し、ポンプ電流を限定した多くのダイオードレーザを提供することができる。

電流を活性領域の両側に限定することにより更に電流限定法を改善することができる。第4図はそのような構造を示し、第1図のデバイスと異なるのは、p型領域84及び85によつて形成したn型GaAs層80とチャンネル82を追加したことである。この領域84と85は通例の拡散法によつて形成することができる。第4図の点線矢印はデバイスを流れるポンプ電流を示す。p-n接合22と同様にして、層80と層12間及び層80と領域84間に形成したp-n接合部は、ダイオードに順方向バイアスを加えたとき逆方向バイアスになるので、ポンプ電流は図示のようにチャンネル18と82を通過せねばならず、これによ

つて広範囲に変わり、必要に応じ、それぞれ $5 \times 10^{16}$ ないし $10^{18} / \text{cm}^3$ 、 $5 \times 10^{17}$ ないし $10^{19} / \text{cm}^3$ 、及び $10^{19} \text{ cm}^3$ のレベルである。すべての層のドーピングはレーザ材料を使用する方法によつて広範囲に変化する。例えば光をp-n接合面に対して直角以外の角で結合させるためにレーザを使用するには、吸収損失を少なくするため層18または12の何れかをより少なくドーピングすることになる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明によるダイオードレーザの側面図であり、

第2図は、第1図のレーザ部分におけるポンプ電流の経路を示し、

第4図は、本発明によるダイオードレーザの他の実施例を示す。

第3図は、第1図のダイオードレーザの製造工程の段階を示すものである。

2 - ヘテロ接合ダイオード；4 - n型GaAs 基板；6 - n型GaAlAs 層；8 - p型GaAs 層；8' - 絶縁領域；10 - p型GaAlAs 層；12、20

- p 型 GaAs 層 ; 16 - p 型 GaAs 領域 ; 18 、  
 82 - チャネル ; 20 - p 型 GaAlAs 領域 ; 22  
 - p - n 接合 ; 42 - フォトリソスト。

特開昭51-83487(B)

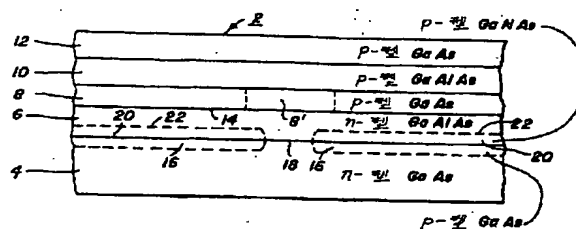


FIG. 1

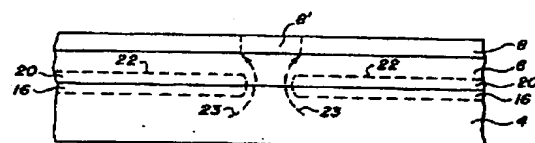


FIG. 2

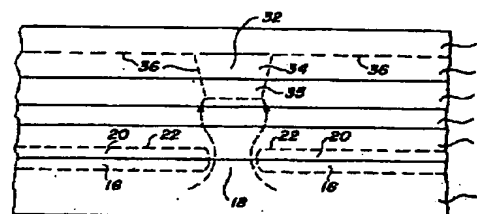


FIG. 4

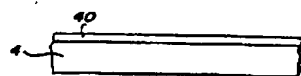


FIG. 3a

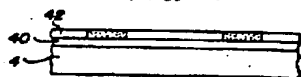


FIG. 3b

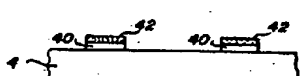


FIG. 3c

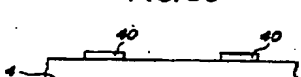


FIG. 3d

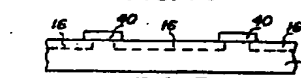


FIG. 3e

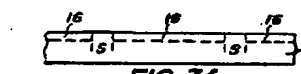


FIG. 3f



FIG. 3g

5. 添附書類の目録

(1) 明 明 書	1 通
(2) 図 面	1 通
(3) 要 旨 及 説 明 文	各 1 通
(4) 発 明 要 旨 及 説 明 文	各 2 通
(5)	2 通
(6)	2 通

6. 前記以外の発明者、特許出願人および代理人

(1) 発 明 者

住 所 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 ロス  
 アルトス ヒルズ エスベランサ ドライブ  
 26343番  
 氏 名 ロバート デー パーナム

(2) 特許出願人

住 所 (居所)  
 氏 名 (名称) な し  
 代 表 者  
 国 籍

(3) 代 理 人

住 所 東京都千代田区丸の内3丁目3番1号 電話 (代) 211-8741  
 氏 名 (6254) 弁理士 山 本 茂